

Das Verhalten der ventilatorischen Lungenfunktion
und des Gasaustausches bei Porzellanarbeitern,
Bergleuten und Gesteinhauern
im Vergleich zu den Röntgenstadien,
der Einwirkungs- und der Expositionsdauer

von

EVA TREML

München 1964

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. W. Seitz

Das Verhalten der ventilatorischen Lungenfunktion und
des Gasaustausches bei Porzellanarbeitern, Bergleuten
und Gesteinshauern im Vergleich zu den Röntgenstadien,
der Einwirkungs- und der Expositionsdauer.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Eva Tremel
aus
Groß-Tschernitz

München
1964



Berichterstatter: Prof. Dr. N. Zöllner
Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Seitz
Dekan: Prof. Dr. R. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 4. 2. 1964

Inhaltsverzeichnis

Literaturverzeichnis	2
Einleitung	4
Methodik	5
Normalwerte	7
Ergebnisse	9
a.) Porzellanarbeiter	9
b.) Bergarbeiter	12
c.) Gesteinsarbeiter	14
Korrelation zwischen Einwirkungsdauer und Silikose- röntgenstadium	16
Korrelation zwischen der Änderung funktioneller Größen und der Einwirkungsdauer bzw. den Silikoseröntgenstadien	18
1) Residualvolumen - Röntgenstadien	18
2) Residualvolumen - Einwirkungsdauer	19
3) Vitalkapazität - Röntgenstadien	19
4) Vitalkapazität - Einwirkungsdauer	20
5) Atemgrenzwert - Röntgenstadien	20
6) Atemgrenzwert - Einwirkungsdauer	21
7) Emphysem - Röntgenstadien	22
Emphysem - Einwirkungsdauer	22
8) Fibrose - Röntgenstadien	22
9) Fibrose - Einwirkungsdauer	23
10) O ₂ -Sättigung - Röntgenstadien	23
O ₂ -Sättigung - Einwirkungsdauer	23
Vergleich zwischen Emphysematikern und Nichtemphysematikern	24
Zusammenfassung	26
Tabellen, Abbildungen	28
Lebenslauf	44

Literaturverzeichnis

- (9) Albritton, E.C.: Standard values in blood, Philadelphia,
W.B. Saunders Company 1952
- (6) Baldwin, E.de F.,
A. Cournand and
D.W. Richards, Jr.: Medicine 27 (1948) 263
- (8) Bartels, H.,
E. Bücherl, C.W. Hertz
G. Rodewald und
M. Schwab: Lungenfunktionsprüfungen (Springer 1959)10
- (5) Bartels, H. und
G. Rodewald: Pflüg. Arch. ges. Physiol. 256 (1952) 113
- (3) Bohr, Chr.: Skand. Arch. Physiol. 2 (1890) 248
- (16) Bühlmann, A. und
M. Schuppli: Dtsch. Med. Wschr. 85 (1960) 1745
- (4) Fenn, W.O.,
H. Rahn und A.B.Otis: Amer. J. Physiol. 146 (1946) 637
- (18) Friehoff, F. und
K. Karrasch: Beitr. zur Silikoseforsch., Heft 26(1954)1
- (13) Gilson, J.C. and
P. Hugh-Jones: Lung Function in Coalworkers' Pneumo-
coniosis, Medical Research Council
Special Report Series No. 290
(London 1955)
- (10) Gray, J.S.: Pulmonary Ventilation and its Physiolo-
gical Regulation, Charles C. Thomas
Publisher Springfield Illinois USA

- (7) Hueck, O.E. und
N. Zöllner: Thoraxchirurgie 2 (1955) 424
- (11) Reichel, G.,
W.T. Ulmer und
D. Herberg: Klin. Wschr. 38 (1960) 683
- (15) Rossier, P.H.,
H. Bucher und
K. Wiesinger: Vierteljahresschrift der Naturforschenden
Gesellschaft in Zürich 92 (1947) 83
- (17) Scharf, R.: Med. Klin. 56 (1961) 213
- (2) van Slyke, D.D. and
Z.M. Neill: J. biol. chem. 61 (1924) 523
- (14) Worth, G., W. Lühning,
K. Muysers, F. Siehoff
und K. Werner: Beitr. zur Silikoseforsch. Heft 59
(1959) 39
- (1) Zenker, F.A.: Dtsch. Arch. Klin. Med. 2 (1866) 116
- (12) Zöllner, N.: Die Staublungenerkrankungen Band 3
(Wissenschaftliche Forschungsberichte
Band 66) 1957, 504

Einleitung

Die Einatmung bestimmter Staubarten (Gesteinsstaub, Kohlenstaub und Metallstaub) führt auf die Dauer zu einer Schädigung des Lungengewebes und damit zu einem Krankheitsbild, das man seit 1866 nach Zenker (1) unter dem Begriff der Pneumokoniosen zusammenfaßt.

Eine spezielle Form der Pneumokoniose ist die Silikose, die durch die Einatmung quarzhaltiger Substanzen, vor allem Gesteinsstaub (Siliciumdioxid) hervorgerufen wird. Kieselsäure wird in der Lunge frei und führt zu bindegewebigen Veränderungen des Lungenparenchyms, zur Bildung von Knötchen und schließlich durch Schrumpfung zu ausgedehnten Schwielen.

Die Silikose spielt als Berufskrankheit bei Arbeitern in Gesteinsbrüchen, Ofenbrennereien, Bergwerken und Porzellanfabriken eine nicht unbedeutende Rolle.

In der Regel findet man eine gute Parallelität zwischen dem Krankheitsbild und der Dauer der Staubeinwirkung. Während früher ausschließlich der röntgenologische Befund zur Beurteilung der pathologisch-anatomischen Veränderungen und damit der Funktionsausfälle der Lunge herangezogen wurde, ist heute allein die Funktionsprüfung entscheidend. Eine Silikose I kann infolge der Begleitkrankheiten z.B. Tuberkulose oder Bronchitis größere Funktionsausfälle aufweisen als eine Silikose II.

Um einen Überblick über die Beziehungen der einzelnen Funktionswerte untereinander zu erhalten, haben wir im folgenden die Untersuchungsbefunde aller Patienten mit Silikose ausgewertet, die seit 1954 in unserer Klinik untersucht worden sind. Es sind dies 191 Patienten, davon 96 Porzellanarbeiter (15 ♀, 81 ♂ Patienten), 65 Kohlebergarbeiter und 30 Gesteinsarbeiter. Die Porzellanarbeiter bilden insofern eine einheitlichere Gruppe als die übrigen, als nur der Ort ihrer Beschäftigung in der Fabrik über die Intensität der Exposition entschied, die auf die Lunge einwirkende Substanz aber immer die gleiche war. Anders liegen die Verhältnisse bei den Bergarbeitern, die sowohl in den oberbayrischen Braunkohle-

bergwerken als auch im Ruhrgebiet, also an Arbeitsplätzen mit recht unterschiedlicher Staubgefährdung, tätig waren. Das gleiche gilt für die Gruppe der Gesteinsarbeiter, die in Flußspatwerken, Gesteinsbrüchen oder in Schamottziegelwerken beschäftigt waren.

Die Auswertung der Ergebnisse wurde einmal durch die zahlenmäßig unterschiedliche Größe der einzelnen Gruppen, zum anderen durch die Tatsache beeinträchtigt, daß eine Anzahl von Patienten bei der Bestimmung der ventilatorischen Werte nicht optimal mitgearbeitet hat. (Gutachten !) Als Kriterium für die optimale Mitarbeit haben wir die Form der Atemgrenzwertkurve und die Mindestfrequenz von 70 Atemzügen/Min. herangezogen. Die ventilatorischen Größen mußten deshalb bei der Auswertung zum Teil unberücksichtigt bleiben, d.h. in einigen Tabellen wurden die Fälle bei optimaler Mitarbeit gegenüber der Gesamtzahl gesondert angeführt.

Bei der Prüfung der Ventilationsfähigkeit der Lunge fanden folgende Methoden Anwendung: Die Bestimmung der Vitalkapazität und des Atemgrenzwertes im Liegen und Stehen erfolgte mit dem Pulmotest der Firma Godard. Die Bestimmung der funktionellen Residualkapazität wurde mit dem Gasanalysator der Firma Kipp mittels der Heliummethode vorgenommen. Aus diesen Größen errechneten sich schließlich die Totalkapazität, die Verschiebung der Atemmittellage, sowie die Differenz der errechneten von der bestimmten Vitalkapazität. Die Größe der Minutenventilation ergab sich wie folgt: Es wurde die Expirationsluft in einem Tissot-Spirometer gesammelt, wobei die Summe der einzelnen Expirationen als Summationskurve am Kymographen abgelesen werden konnte. Der CO_2 - und der O_2 -Gehalt sowie die O_2 -Kapazität des arteriellen Blutes wurden nach van Slyke und Neill (2) bestimmt. Die Bestimmung des pH erfolgte im Cambridge pH-Meter mit einer Beecher-Mc.-Innes-Innenelektrode mit Wassermantel bei 37°C , die des p CO_2 mit Hilfe des von van Slyke und Sendroy angegebenen Nomogramms. Die O_2 -Sättigung wurde in üblicher Weise errechnet, der Hb-Gehalt ergab sich aus der O_2 -Kapazität. Die Größe des Totraumes wurde über die Bohr'sche Formel (3) bestimmt und der alveoläre Sauerstoffdruck nach der Gleichung von Fenn, Rahn und Otis (4).

Zusätzlich haben wir den auskultatorischen Lungenbefund sowie die Röntgenbilder berücksichtigt. Die Einteilung der Silikose erfolgte nach der in Deutschland üblichen Weise in die vier Stadien: O-I, I, II und III. Wegen der relativ geringen Anzahl der Fälle erschien es uns zweckmäßiger, die Untergruppe I-II dem Stadium I und die Untergruppe II-III dem Stadium III zuzuordnen.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse wurden mit Hilfe des Lochkartensystems ausgewertet.

Normalwerte

Mit Hilfe der von Bartels (5) angegebenen Werte für die Blutgasanalyse und in Anlehnung an die von Baldwin, Cournand und Richards (6) bestimmten spiographischen Größen sowie eigene Untersuchungen, haben wir zur Auswertung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse folgende Normalwerte zu Grunde gelegt:

Vitalkapazität (cm^3)	Mittelwerte nach Baldwin, Cournand und Richards (6) = 100 %
Differenz der errechneten von der bestimmten Vitalkapazität (ccm)	nach Hueck und Zöllner (7) $V \pm 100 \text{ ccm}$
Verschiebung der Atemmittellage (ccm)	nach Hueck und Zöllner (7) 10 % des Mittelwertes der Vitalkapazität liegend und der Vitalkapazität stehend
Gesamtkapazität (ccm)	in Anlehnung an die Mittelwerte von Baldwin, Cournand und Richards (6) Soll + 1.5 l
Residualvolumen (% TK)	nach Baldwin, Cournand und Richards (6) bis zu 31.5 % TK
Atemgrenzwert (Liter)	Mittelwerte nach Baldwin, Cournand und Richards (6) = 100 %
Ventilation (l/Min.)	nach Baldwin, Cournand und Richards (6) Ruhe: 3-4, Belastung: 11-12, 1.Min. nach Belastung: 13.5-14.5, 5.Min. nach Belastung: 5.5-6.5
Hb-Gehalt (%)	Mittelwert nach Bartels und Mitarbeiter (8) 15.3 g% = 95 % $\pm$ 10 %. (85 - 105 %)

CO ₂ -Gehalt (Vol.%)	Plasmawerte nach Albritton (9) auf Vollblut umgerechnet ♂ 42.6-49.9 Vol.%, ♀ 40.5-47.8 Vol.%
CO ₂ -Spannung (mm Hg)	nach Albritton (9) ♂ 39-43 mm Hg, ♀ 37-41 mm Hg
pH-Wert	nach Baldwin, Cournand und Richards (6) 7.37-7.42
O ₂ -Kapazität (Vol.%)	umgerechnet vom normalen Hämoglobinbereich (84-105 %), untere Grenze nach Bartels und Rodewald (5) 18.6-23.1 Vol.%
O ₂ -Sättigung (%)	normale Mittelwerte des eigenen Laboratoriums für Staublungenkrankheiten, Med.Poliklinik, Mü 93 % ± 2.5 %
O ₂ -Spannung (mm Hg)	nach Bartels und Rodewald (5) umgerechnet auf mittleren Ortsdruck von München 82-92.5 mm Hg
O ₂ -Entnahme	nach Baldwin, Cournand und Richards (6) ♂ 38.4-49.4, ♀ 38.8-51.6
p O ₂ Alveolar (mm Hg)	nach Gray (10) ♂ 88.4-93.2 mm Hg, ♀ 90.8-95.6 mm Hg
schädlicher Raum (ccm)	nach Reichel, Ulmer und Herberg (11) 102.1-159.9 ccm

Ergebnisse

a.) Porzellanarbeiter:

Von den 96 Porzellanarbeitern befindet sich die größte Anzahl (48 %) zwischen dem 51. und 60. Lebensjahr. Die Gruppe der 41-50jährigen umfaßt 26 %. 15 % sind über 61 Jahre alt und der Rest von 11 % verteilt sich auf Arbeiter unter 40 Jahren.

Der höchste Prozentsatz entfällt sowohl bezüglich der Einwirkungs- als auch der Expositionsdauer auf die Zeit von 31-40 Jahren. Ungefähr ein Drittel (30 %) aller Porzellanarbeiter weist eine Einwirkungsdauer von mehr als 41 Jahren auf, dagegen findet sich nur bei 3 % eine entsprechend lange Expositionszeit; d.h. insgesamt zeigt mehr als die Hälfte (59 %) der Fälle eine Expositionszeit unter 30 Jahren, während die Einwirkungsdauer bei der Überwiegenden Mehrzahl (72 %) mehr als 30 Jahre beträgt.

Betrachtet man die Verteilung der Silikoseröntgenstadien auf die einzelnen Gruppen, so ergibt sich folgendes Bild: Die größte Gruppe ist die mit dem Röntgenstadium I oder I-II mit 58 %, 20 % haben eine Silikose II, 15 % eine Silikose im Initialstadium und nur 7 % erreichen das Stadium II-III bzw. III. In einem Fall ist trotz einer Einwirkungsdauer von 20 Jahren und einer Tätigkeit als Porzellandreher und -Gießer keine Silikose nachzuweisen.

Die Auskultation der Lunge ergibt nahezu in der Hälfte aller Fälle (46 %) einen positiven Befund, worunter Nebengeräusche oder Bronchialatmen zu verstehen sind.

Bei der Durchleuchtung bzw. im Röntgenbild zeigen 47 % Zwerchfelladhäsionen, Pleuraschwarten und Schwielen. 27 % weisen intrapulmonale Indurationen, d.h. Reste einer tuberkulösen Infektion auf, Cavernenverdacht besteht nur in 3 Fällen. 20 % bieten röntgenologisch einen Anhalt für ein Emphysem, was aber keine Aussagekraft hat.

Das Elektrokardiogramm läßt 2 Rechtstypen erkennen, während Rechtshypertrophien nicht vorkommen.

bei der Untersuchung der ventilatorischen Größen ergibt sich folgendes Bild: Die Vitalkapazität im Liegen ist in 37 % aller Fälle erniedrigt. Die Differenz der errechneten von der bestimmten Vitalkapazität ist in 55 % erhöht, d.h. die bestimmte Vitalkapazität ist bei diesen Fällen geringer als die errechnete. In 28 % der Fälle ergibt sich eine normale Verschiebung der Atemmittellage, in 72 % ist sie geringer als es der Norm entspricht. (Die Verschiebung der Atemmittellage errechnete sich folgendermaßen: Aus der Größe der Vitalkapazität im Liegen und der Vitalkapazität im Stehen wurde ein Mittelwert gebildet, wobei 10 % dieses Wertes einer normalen Verschiebung der Atemmittellage entsprachen.)

Auffallend ist die Erhöhung des Residualvolumens in 68 % der Fälle. Die Beurteilung des Atemgrenzwertes im Liegen fällt unterschiedlich aus, je nachdem ob man die Gesamtzahl der Fälle bewertet oder nur die Fälle bei optimaler Mitarbeit berücksichtigt. Während sich für die Gesamtzahl eine Erniedrigung des Atemgrenzwertes in 58 % ergibt, sinkt der Prozentsatz bei den Fällen mit optimaler Mitarbeit auf 36 %. Die Ventilation ist sowohl in Ruhe als auch bei Belastung bei der Mehrzahl erhöht. (Ruhe 60 %, Belastung 65 %, 5. Min. nach Belastung 64 % aller Fälle.) Erstaunlich ist die große Anzahl von Fällen, die bei Belastung hypoventilieren. (Belastung 25 %, 5. Min. nach Belastung 17 % gegenüber 4 % in Ruhe.)

Der Hb-Gehalt ist unauffällig, er ist in 87 % normal. Die O_2 -Sättigung des arteriellen Blutes in Ruhe ist in 62 % der Fälle normal, in 28 % erheblich (unter 90 %) und in 10 % gering (zwischen 90 und 91 %) erniedrigt. Bei Belastung dagegen finden sich nur mehr 27 % normale gegenüber 62 % erheblich und 11 % gering erniedrigten O_2 -Sättigungen. Der CO_2 -Gehalt in Ruhe läßt in 7 % eine Erniedrigung erkennen, die Belastungshyperventilation führt sogar in 20 % zu einer Kohlendioxidverringerung, entsprechend sinkt auch der Anteil des erhöhten CO_2 -Gehaltes von 10 % in Ruhe auf 2 % bei Belastung. Insgesamt ist der CO_2 -Gehalt in Ruhe in 9 Fällen erhöht; davon haben 6 Patienten - wie die Form der Atemgrenzwertkurve zeigt - ein Emphysem. Bei den restlichen 3 Patienten ist nur in einem Fall eine optimale Mitarbeit zu verzeichnen. In 6 von den 9 Fällen ist der CO_2 -Gehalt auch bei Belastung

bestimmt worden. Dabei ergibt sich in 5 Fällen ein Abfall des CO_2 -Gehaltes, in einem Fall ändert er sich nicht. Bemerkenswerterweise findet sich in allen 6 Fällen auch ein Absinken der Sauerstoffsättigung bei Belastung.

Bei 60 von den insgesamt 96 Patienten haben wir den schädlichen Raum bestimmt: Er ist in 45 % erhöht.

b.) Bergarbeiter:

Die Gruppe der 65 Bergarbeiter umfaßt alle Patienten, die unter Tage vor Kohlegestein gearbeitet haben. Auch hier ist die altersmäßige Verteilung ähnlich der bei den Porzellanarbeitern, indem die überwiegende Mehrzahl (55 %) in die Gruppe der 51-60 jährigen fällt. Weitere 20 % befinden sich zwischen dem 41. und 50. Lebensjahre, 6 % zwischen 31 und 40 Jahren, 2 % zwischen 20 und 30 Jahren und 17 % sind über 61 Jahre alt.

Fast die Hälfte (45 %) hat eine Einwirkungsdauer von 31-40 Jahren zu verzeichnen, 26 % weisen eine Einwirkungsdauer von mehr als 41 Jahren, 17 % 21-30 Jahre auf. Bei den restlichen 13 % beträgt die Einwirkungsdauer weniger als 20 Jahre.

Wie vorausszusehen ist bei der Expositionszeit die prozentuale Verteilung zugunsten einer kürzeren Dauer hin verschoben, d.h. der höchste Prozentsatz (35 %) entfällt auf eine Expositionszeit von 21-30 Jahren, 24 % haben eine Expositionszeit von 11-20 Jahren, 22 % eine von 31-40 Jahren. Nur 5 % waren über 41 Jahre und 14 % weniger als 10 Jahre exponiert.

Auch bei den Bergarbeitern ergibt der röntgenologische Befund in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle (71 %) eine Silikose I bzw. I-II. 12 % weisen eine beginnende Silikose auf, 8 % befinden sich im Stadium II und 9 % im Stadium II-III bzw. III.

Der auskultatorische Lungenbefund ist in 48 % positiv (Nebengeräusche, Bronchialatmen).

Pleuritische Residuen finden sich bei 42 %, intrapulmonale Indurationen (Tuberkulose) bei 31 % der Fälle. Ebenfalls bei 31 % weist der Röntgenbefund auf ein Emphysem hin.

Ein bemerkenswertes Ergebnis zeigt das Elektrokardiogramm mit 3 % Rechtstypen und 8 % Rechtshypertrophien.

Bei der Beurteilung der ventilatorischen Werte weist über die Hälfte (55 %) eine erniedrigte Vitalkapazität im Liegen auf. Die Differenz der errechneten von der bestimmten Vitalkapazität ist bei 54 % erhöht, bei 46 % normal. Für die Verschiebung der Atemmittellage ergibt sich eine Einschränkung in 69 %. Das Residualvolumen ist mit 90 % in nahezu allen Fällen erhöht. Geht man von der Gesamtzahl aus, so haben 63 % einen erniedrigten Atemgrenzwert im Liegen, beurteilt man nur die Fälle bei optimaler Mitarbeit, so sind es 41 %. Die Ruheventilation ist in 83 %, die Belastungsventilation in 84 % erhöht. Nach der Erholungsphase d.h. in der 5. Min. nach Belastung zeigen nur noch 69 % eine erhöhte Ventilation.

Bei der Gasanalyse des arteriellen Blutes ergibt sich für die O_2 -Sättigung in Ruhe eine deutliche Erniedrigung (Sättigung unter 90 %) in 54 %, bei Belastung erhöht sich diese Zahl auf 51 %, zusätzlich haben 9 % in Ruhe und 16 % bei Belastung eine geringe Erniedrigung (Sättigung zwischen 90 und 91 %). Eine Verringerung des CO_2 -Gehaltes tritt in Ruhe bei 14 % aller Fälle ein, bei Belastung steigt der Prozentsatz der erniedrigten Werte auf 22 %. Erhöht findet sich der CO_2 -Gehalt in Ruhe in 12 %, nach Belastung nur noch in 8 %. Im Gegensatz dazu läßt die CO_2 -Spannung sowohl in Ruhe als auch nach Belastung in 46 % eine Erhöhung erkennen.

c.) Gesteinsarbeiter:

Von den insgesamt 30 Gesteinsarbeitern sind 57 % 51-60 Jahre alt, 20 % 41-50 Jahre, 17 % über 61 Jahre und nur 7 % befinden sich zwischen dem 31. und 40. Jahre.

Die Einwirkungsdauer verteilt sich prozentual gesehen relativ gleichmäßig über die drei Gruppen: 21-30 Jahre (/ %), 31-40 Jahre (27 %), mehr als 41 Jahre (27 %). 10 % haben eine Einwirkungsdauer von 11-20 Jahren und weitere 7 % weniger als 10 Jahre zu verzeichnen.

Bei der Exposition entfällt der größte Anteil auf eine Zeit von 21-30 Jahren (37 %), für weitere 23 % gilt eine Expositionszeit von 11-20 Jahren, 20 % haben weniger als 10 Jahre Exposition, 17 % 31-40 Jahre und nur bei 3 % beträgt die Expositionsdauer mehr als 41 Jahre.

Die Verteilung auf die Silikoseröntgenstadien ergibt bei den Gesteinsarbeitern ein etwas anderes Bild als bei den Porzellan- und Bergarbeitern. Das Stadium I, I-II ist auch hier mit 43 % am häufigsten vertreten. Ein größerer Prozentsatz entfällt jedoch auch auf die Endstadien II und II-III, III mit je 20 %, 17 % weisen Zeichen einer beginnenden Silikose auf.

Bei der Auskultation der Lunge sind in 47 % aller Fälle Nebengeräusche oder Bronchialatmen zu hören.

Sehr häufig (bei 77 %) treten pleuritische Residuen, d.h. Pleuraschwarten, Schwielen oder Zwerchfelladhäsionen auf. Ein Drittel (33 %) zeigt intrapulmonale Indurationen, während Cavernenverdacht nur in zwei Fällen besteht. Nach dem Röntgenbefund ergeben sich bei mehr als der Hälfte (53 %) Anzeichen für ein Emphysem.

Das Elektrokardiogramm weist nur in einem Fall auf einen Rechtstyp hin, Rechtshypertrophien kommen nicht vor.

Die ventilatorischen Untersuchungen ergeben in 37 % eine Erniedrigung der Vitalkapazität. (Die Prozentzahlen liegen in der gleichen Höhe wie bei den Porzellanarbeitern.)

Bei der Differenz der errechneten von der bestimmten Vitalkapazität finden sich 47 % normale und 33 % erhöhte Werte. In 20 % ist der Wert erniedrigt, d.h. die bestimmte Vitalkapazität ist in diesen Fällen größer als die errechnete. Die Verschiebung der Atemmittellage ist in 67 % der Fälle geringer als 10 % des Mittelwertes aus der Vitalkapazität im Liegen und im Stehen, was einer normalen Verschiebung der Atemmittellage entspräche. Ein erhöhtes Residualvolumen haben wiederum wie bei den Porzellanarbeitern 68 % (s. auch Seite 10!). Bei den Gesteinsarbeitern ist die Zahl der Fälle mit erniedrigtem Atemgrenzwert, die auf mangelnde Mitarbeit zurückzuführen sind, nicht so groß wie bei den Porzellan- und Bergarbeitern. (s. auch Seite 10 und Seite 13!) Während von der Gesamtzahl der Fälle aus ~~gesehen~~ 67 % einen erniedrigten Atemgrenzwert haben, sind es von den Fällen mit optimaler Mitarbeit 58 %. Die Ventilation ist in Ruhe und nach der Erholungsphase (5. Min. nach Belastung) mit 75 und 71 % ungefähr in gleich vielen Fällen erhöht. Bei Belastung steigt der Prozentsatz auf 89 %.

Die O₂-Sättigung des arteriellen Blutes ist in Ruhe bei 33 % erheblich (Sättigung unter 90 %), bei weiteren 8 % gering (Sättigung zwischen 90 und 91 %) erniedrigt. Bei Belastung vergrößert sich der Anteil der Erniedrigungen von 33 % auf 58 % bzw. von 8 % auf 13 %, d.h. in Ruhe haben noch 58 % eine normale O₂-Sättigung, bei Belastung ist es nur mehr die Hälfte (29 %). Der CO₂-Gehalt ändert sich zwischen Ruhe und Belastung nicht wesentlich. (Ruhe: 75 % normal, 12.5 % erhöht, Belastung: 79 % normal, 8 % erhöht.)

Korrelation zwischen Einwirkungsdauer und Silikoseröntgenstadium.

Wie aus den Abbildungen 1, 2 und 3 ersichtlich, besteht zwar ein gewisser Zusammenhang zwischen der Dauer der Staubeinwirkung und den röntgenologisch nachweisbaren silikotischen Veränderungen, zugleich zeigt sich aber, daß für einzelne Fälle diese Abhängigkeit nicht zutrifft, d.h. es können, mit Ausnahme der Porzellanarbeiter, bereits nach einer Einwirkungsdauer von weniger als 10 Jahren fortgeschrittene Silikosen im Röntgenstadium II-III oder III entstehen.

In der Gruppe der Porzellanarbeiter findet sich bei einer Einwirkungsdauer bis zu 20 Jahren kein Fall einer Silikose II oder III (vergleiche Abb. 1). Silikosen, die sich innerhalb dieses Zeitabschnittes entwickeln, sind ausnahmslos dem Initialstadium oder dem Stadium I bzw. I-II zuzuordnen. Eine Unterteilung in kleinere Zeiträume erscheint wegen der geringen Anzahl der Fälle nicht sinnvoll. Wenn auch die Mehrzahl der Porzellaner bei einer Einwirkungsdauer von 30 und mehr Jahren noch eine Silikose I bzw. I-II aufweist, so nimmt doch ohne Zweifel die Häufigkeit von massiven silikotischen Veränderungen in der Lunge zu, d.h. für die Porzellanarbeiter ergibt sich insgesamt eine gute Beziehung zwischen Einwirkungsdauer und Silikoseröntgenstadium.

Die Bergarbeiter verhalten sich im allgemeinen ähnlich wie die Porzellaner (vergleiche Abb. 2), eine Ausnahme bildet ein Patient, der bereits nach einer Einwirkungsdauer von 12 Jahren silikotische Schwielen zeigt.

Im Gegensatz dazu scheint bei der Gesteinshauerlunge die Einwirkungsdauer von geringerer Bedeutung im Verhältnis zur Art des Gesteins zu sein (vergleiche Abb. 3). Nicht selten genügt bei den Gesteinsarbeitern eine Einwirkungsdauer von wenigen Jahren, um eine massive Silikose hervorzurufen; so kommt es zum Beispiel bei einem 27jährigen Steinschleifer, der 9 Jahre in seinem Beruf tätig war und nunmehr eine Einwirkungsdauer von 10 Jahren aufzuweisen hat, zur Bildung einer Silikose im Röntgenstadium II-III (in Abb. 3 und bei der Auswertung noch nicht berücksichtigt.). Auch bei dem in Abb. 3 angeführten Patienten mit einer Silikose im fortgeschritte-

nen Stadium liegt eine Einwirkungsdauer von nur 12 Jahren vor.

Wie bereits Zöllner (12) bei einer Gruppe von Porzellanarbeitern festgestellt hat, ergibt die Expositionszeit, d.h. die Anzahl der Jahre, in denen staubexponierte Tätigkeit ausgeübt wurde, eine wesentlich schlechtere Beziehung zum Silikoseröntgenstadium als die Einwirkungsdauer.

Korrelation zwischen der Änderung funktioneller Größen und der Einwirkungsdauer bzw. den Silikoseröntgenstadien.

Anhand von graphischen Darstellungen haben wir die Veränderung funktioneller Größen mit der fortschreitenden Einwirkungsdauer bzw. den Silikoseröntgenstadien verglichen. In den Abbildungen 4a - 9a wurden auf der Abszisse die Röntgenstadien der Silikose aufgetragen, auf der Ordinate das Abweichen der jeweiligen Funktionsgröße von der Norm, ausgedrückt in Prozent der in einem bestimmten Röntgenstadium untersuchten Anzahl von Personen. Entsprechend wurde in den Abbildungen 4b - 9b das Abweichen der Funktionsgröße von der Norm in Beziehung zur Einwirkungsdauer dargestellt. Dabei zeigt sich bei den einzelnen Berufsgruppen ein zum Teil recht unterschiedliches Verhalten.

1) Residualvolumen - Röntgenstadien:

Bei der Veränderung der funktionellen Lungengrößen fällt vor allem die erhebliche Erhöhung des Residualvolumens auf, die bereits im Frühstadium der Silikose sämtliche Bergarbeiter sowie 60 % der Gesteinsarbeiter und 42 % der Porzellanarbeiter erfaßt (s. Abb. 4a). Bei den Porzellanern steigt der Prozentsatz der Fälle mit erhöhtem Residualvolumen mit fortschreitender Silikose regelmäßig an. Bei den Gesteinsarbeitern ergibt sich prozentual gesehen kein wesentlicher Unterschied in den Frühstadien, dagegen erfolgt eine Zunahme der Zahl der Fälle mit erhöhtem Residualvolumen vom Stadium II an, im Stadium II-III bzw. III ist das Residualvolumen schließlich in allen Fällen größer als der Normalwert. Lediglich 3 der 20 Bergarbeiter (= 15 %) im Stadium I bzw. I-II sind nicht von der Erhöhung des Residualvolumens betroffen, in den übrigen Stadien, auch im Initialstadium, ist das Residualvolumen ausnahmslos erhöht. Daraus ergibt sich, daß sich bei den Bergarbeitern die Änderung des Residualvolumens insgesamt (in 90 % aller Fälle) stärker als bei den übrigen Gruppen bemerkbar macht, was vermutlich auf die gerade bei dieser Berufsgruppe so häufig vorkommende Begleitbronchitis zurückzuführen ist. Zu entsprechenden Ergebnissen führt ein Vergleich der Mittelwerte bei den einzelnen Berufsgruppen (s. Tab. 1). Gilson und Hugh-Jones (13) fanden da-

gegen bei einer Gruppe von 94 Bergarbeitern in den Röntgenstadien 1/2 und 3 nach der internationalen Einteilung (nach unserer Klassifikation den Stadien bis zu II entsprechend) ein durchschnittliches Residualvolumen von nur 34.6 bzw. 35.2 % TK, in den Stadien B und D, die unserem Stadium II-III, III zuzuordnen wären, ein Residualvolumen von 34.7 bzw. 41.3 %, im Mittel also 38 % TK. Das Residualvolumen der von uns untersuchten Gruppe von Bergarbeitern beträgt in allen Röntgenstadien 40 bis 42 % TK (vergleiche Tab. 1). Worth, Lühning, Muyseres und Siehoff (14) untersuchten eine Gruppe von 237 Bergarbeitern im Röntgenstadium III der Silikose und errechneten ein durchschnittliches Residualvolumen von 39.6 % TK, was gut mit unseren Werten übereinstimmt.

2) Residualvolumen - Einwirkungsdauer:

Ein Zusammenhang zwischen der Erhöhung des Residualvolumens und der Dauer der Staubeinwirkung ist ausschließlich bei den Porzellanern festzustellen. Die beiden übrigen Gruppen lassen dagegen keinerlei Abhängigkeit erkennen (vergleiche auch Abb. 4b).

3) Vitalkapazität - Röntgenstadien:

Setzt man die Verminderung der Vitalkapazität in Beziehung zu den Röntgenstadien der Silikose (s. Abb. 5a), so nimmt bei den Porzellanarbeitern die Zahl der Fälle, die eine verminderte Vitalkapazität aufweisen, mit fortschreitender Silikose kontinuierlich zu. (Initialstadium: 21 %, Stadium I bzw. I-II: 33 %, Stadium II: 53 %, Stadium II-III bzw. III: 72 %). Die Gesteinsarbeiter zeigen in den ersten drei Stadien nur eine geringfügige Zunahme der Fälle mit erniedrigter Vitalkapazität (20 %, 23 %, 33 %), im Stadium III dagegen steigt der Prozentsatz bis auf 83 % an. Dieses Verhalten wird auch bei einem Vergleich der Mittelwerte (s. Tab. 1) deutlich. Rossier, Bucher und Wiesinger (15) konnten bei einer Gruppe von 137 Silikotikern im Stadium I eine Vitalkapazität von 94 %, im Stadium II von 92 % und im Stadium III von 84 % des Solls ermitteln. Bühlmann und Schuppli (16) untersuchten eine Gruppe von 10 Berg- und Gesteinsarbeitern im Röntgenstadium I, I-II und fanden eine Vitalkapazität von 68.6 % des Solls, weiterhin untersuchten

sie 23 Bergarbeiter in den Röntgenstadien II und II-III, III, die eine Vitalkapazität von 91.7 % bzw. 77.1 % des Sollwertes aufzuweisen hatten. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, liegen die von uns gefundenen mittleren Werte im Durchschnitt höher. Gilson und Hugh-Jones (13) stellten anhand von Untersuchungen bei 94 Bergarbeitern in den Stadien 1/2 und 3 (unseren Stadien bis zu II entsprechend) eine mittlere Vitalkapazität von 83.3 bzw. 81.3 % des Sollwertes fest, in den Stadien B und D (entsprechend unserem Stadium II-III, III) bestimmten sie eine Vitalkapazität von 71.7 % bzw. 63.3 % des Solls. Auch diese Untersuchungen ergaben also ein wesentlich stärkeres Absinken der Vitalkapazität in den einzelnen Silikose-röntgenstadien als wir es beobachten konnten. R. Scharf (17) bestimmte bei 88 Bergarbeitern und Arbeitern der keramischen Industrie das Mittel sämtlicher spiographischer Resultate, was wenig sinnvoll erscheint und auch keinen Vergleich mit unseren Werten ermöglicht. Er fand im Stadium I, I-II 87.8 %, im Stadium II 78.3 %, im Stadium II-III, III 74.7 % des Solls.

4) Vitalkapazität - Einwirkungsdauer:

Während sich für die Bergarbeiter keine deutliche Korrelation zwischen der Abnahme der Vitalkapazität und den aus dem Röntgenbild ersichtlichen fibrotischen Lungenveränderungen ergibt (vergleiche Abb. 5a), vergrößert sich bei ihnen wie auch bei den Porzellanern mit der Länge der Einwirkungsdauer die Zahl der Fälle, deren Vitalkapazität unter dem Sollwert liegt (s. Abb. 5b). Bei den Gesteinsarbeitern ist ein prozentuales Ansteigen der Fälle mit erniedrigter Vitalkapazität mit zunehmender Einwirkungsdauer nicht festzustellen, was auf die verschiedenen Gesteinsarten bzw. deren Quarzgehalt zurückzuführen sein dürfte. Dies geht auch schon aus Abb. 3 hervor.

5) Atemgrenzwert - Röntgenstadien:

Während bei den Porzellan- und Bergarbeitern die Verminderung des Atemgrenzwertes - es wurden nur die Fälle bei optimaler Mitarbeit berücksichtigt - mit dem Ausmaß der silikotischen Veränderungen gering zunimmt (vergleiche Abb. 6a), zeigt sich bei den Gesteinsarbeitern im Stadium 0-I keine Einschränkung, im Stadium II-III

bzw. III eine Verminderung in allen Fällen, in den Gruppen I, I-II bzw. II hingegen ein unkoordiniertes Verhalten. (Unter Umständen kommt als Ursache hierfür die relativ geringe Anzahl von Fällen bei den Gesteinsarbeitern in Betracht.) Vergleicht man die Mittelwerte (s. Tab. 1), so ergibt sich zum Unterschiede davon für die Gesteinsarbeiter eine deutliche Abnahme des Atemgrenzwertes im Verlauf der Silikose, wohingegen die Bergarbeiter keine direkte Abhängigkeit vom Röntgenstadium erkennen lassen. Rossier, Bucher und Wiesinger (15) ermittelten bei 137 Silikosekranken im Stadium I einen durchschnittlichen Atemgrenzwert von 91 % des Solls, im Stadium II von 73 % des Solls und im Stadium III von 56 % des Solls. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, stimmen diese Ergebnisse gut mit den Werten überein, die wir in der Gruppe der Gesteinsarbeiter feststellen konnten. Gilson und Hugh-Jones (13) fanden in den Stadien 1/2 und 3 (entsprechend unseren Stadien bis zu II) Werte von 88.3 % bzw. 80 % des Solls, in den Stadien B und D (entsprechend unserem Stadium II-III, III) einen Atemgrenzwert von 60.3 bzw. 37.3 %, im Mittel also 48.8 % des Solls. Der mittlere Atemgrenzwert der von uns untersuchten Bergarbeiter ist im Gegensatz dazu vor allem in den Stadien III bzw. II-III bedeutend höher.

6) Atemgrenzwert - Einwirkungsdauer:

Bei der Beurteilung des Atemgrenzwertes zeichnet sich eine ausgesprochen gute Parallelität zwischen der Erniedrigung des Atemgrenzwertes und der Dauer der Staubeinwirkung ab, d.h. bei allen drei Gruppen steigt die Anzahl der Fälle, deren Atemgrenzwert vermindert ist, mit zunehmender Einwirkungsdauer an. (Vergleiche Abb. 6b!) Am frühesten und gleichzeitig am stärksten sind die Gesteinsarbeiter betroffen. Bereits nach einer Einwirkungsdauer von 11-20 Jahren ist bei einem Drittel aller Patienten ein erniedrigter Atemgrenzwert nachweisbar, nach einer Einwirkungsdauer von mehr als 41 Jahren erhöht sich der Prozentsatz bis auf 71 % gegenüber 56 % bei den Bergarbeitern und 47 % bei den

Porzellanern. Bemerkenswert scheint, daß in mehr als der Hälfte aller Fälle mit erniedrigtem Atemgrenzwert, zum Teil sogar in allen Fällen, die Form der Atemgrenzwertkurve zugleich auf das Vorhandensein eines Emphysems hinweist.

7) Emphysem - Röntgenstadien, Emphysem - Einwirkungsdauer:

Insgesamt erhöht sich die Anzahl der Patienten, deren Atemgrenzwertkurve emphysementypische Veränderungen aufweist, sowohl mit fortschreitender Silikose als auch mit den Jahren der Einwirkungsdauer (vergleiche Abb. 7a und 7b, es wurden nur Fälle bei optimaler Mitarbeit berücksichtigt). Eine Ausnahme bilden die Gesteinsarbeiter, die zwar nach 11-20 Jahren Einwirkungsdauer bei einem von drei Patienten, d.h. bei 33 % und nach einer Einwirkungsdauer von 21-30 Jahren bei drei von sieben, d.h. bei 43 % aller untersuchten Patienten emphysementypische Kurvenveränderungen erkennen lassen, während nach einer Einwirkungsdauer von 31-40 Jahren die Form des Spirogramms von sieben Fällen in keinem einen Anhalt für ein Emphysem bietet. Bei ihnen treten - später als bei den Porzellan- und Bergarbeitern - erstmals im Röntgenstadium I, I-II der Silikose Veränderungen der Atemgrenzwertkurve auf, die für das Vorhandensein eines Emphysems sprechen.

8) Fibrose - Röntgenstadien:

Beurteilt man die Form der Atemgrenzwertkurve hinsichtlich fibrotischer Veränderungen (vergleiche Abb. 8a, es wurden nur die Fälle bei optimaler Mitarbeit berücksichtigt), so weisen auch hier die Gesteinsarbeiter die ersten Anzeichen ^{erst} im Stadium I, I-II auf, während entsprechende Veränderungen bei den Porzellan- und Bergarbeitern bereits mit beginnender Silikose vorhanden sind. Mit fortschreitender Silikose ist bei allen drei Berufsgruppen eine deutliche Zunahme der fibrotischen Kurvenveränderungen zu verzeichnen.

9) Fibrose - Einwirkungsdauer:

Zum Unterschied von den Porzellan- und Bergarbeitern zeigen sich fibrotische Veränderungen in der Atemgrenzwertkurve bei den Gesteinsarbeitern schon nach einer Einwirkungsdauer von 11-20 Jahren (vergleiche Abb. 8b). Mit zunehmender Einwirkungsdauer ist jedoch - vielleicht mit Ausnahme der Bergarbeiter - eine zahlenmäßige Zunahme der fibrosetypischen Kurvenveränderungen festzustellen. Die 67 % der Gesteinsarbeiter in der Gruppe 2 beruhen auf nur insgesamt 3 Fällen, wovon 2 solche Veränderungen aufweisen.

10) O₂-Sättigung - Röntgenstadien, O₂-Sättigung - Einwirkungsdauer:

Das Verhalten der O₂-Sättigung in Ruhe läßt erkennen, daß sich sowohl mit fortschreitender Silikose als auch mit zunehmender Einwirkungsdauer die Anzahl der Patienten, deren Sättigungswerte unterhalb der Norm liegen, ständig vergrößert (vergleiche Abb. 9a und 9b). Die davon abweichenden Werte in der Gruppe der Gesteinsarbeiter bei einer Einwirkungsdauer von 11-20 Jahren betreffen nur zwei Fälle und sind somit ohne große Bedeutung für die Gesamtbeurteilung. Auffallend ist der sprunghafte Anstieg der O₂-Untersättigungen in Ruhe bei den Gesteinsarbeitern von 11 % im Stadium I, I-II auf 83 % im Stadium II.

R. Scharf (17) konnte bei 88 Bergarbeitern und Arbeitern der keramischen Industrie im Stadium I, I-II eine mittlere O₂-Sättigung von 92.5 %, im Stadium II von 90.7 % und im Stadium II-III, III von 87.8 % feststellen. Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, stimmen unsere Werte gut mit diesen Ergebnissen überein. Friehoff und Karrasch (18) fanden bei 118 Silikosekranken folgende Werte für die O₂-Sättigung in Ruhe: Stadium 0-I 96.7 %, Stadium I, I-II 93.1 %, Stadium II 91.4 % und Stadium II-III, III 90 %. Die von Rossier, Bucher und Wiesinger (15) durchgeführten Untersuchungen bei 137 Silikosekranken ergaben im Stadium I eine O₂-Sättigung von 95 %, im Stadium II von 94.8 % und im Stadium III von 91 %. Bemerkenswert hohe Sättigungsmittelwerte von 95 bis 96 % in den Stadien I, II und III werden von Bühlmann und Schuppli (16) angegeben.

Vergleich zwischen Emphysematikern und Nichtemphysematikern
(Nach Beurteilung der Atemgrenzwertkurve)

Wie bereits ausgeführt, weist die Form der Atemgrenzwertkurve bei einem Teil der Patienten darauf hin, daß außer der Silikose auch ein Lungenemphysem vorhanden ist. Im Vergleich zu den Silikosen ohne diese Veränderungen der Atemgrenzwertkurve ergeben sich zum Teil sehr bemerkenswerte Befunde.

Die Anzahl der Fälle mit erniedrigter Vitalkapazität liegt bei den Emphysematikern um das Drei- bis Vierfache höher als bei den Patienten ohne emphysemtypische Kurvenveränderungen. Patienten mit optimaler Mitarbeit zeigen in der Gruppe der Emphysematiker einerseits und bei den Patienten ohne Zeichen eines Emphysems andererseits bezüglich der Erniedrigung der Vitalkapazität eine gleichmäßige prozentuale Verteilung auf die drei Berufsgruppen. (Von den Porzellan- Berg- und Gesteinsarbeitern mit emphysemtypischen Veränderungen der Atemgrenzwertkurve haben 69, 69 bzw. 63 % eine erniedrigte Vitalkapazität, während bei den Porzellan- Berg- und Gesteinsarbeitern ohne Emphysem die Vitalkapazität nur bei 19, 17 bzw. 19 % aller Fälle unter dem Sollwert liegt.)

Berg- und Gesteinsarbeiter, deren Spirogramme typisch für obstruktive Lungenveränderungen sind, haben ausnahmslos ein erhöhtes Residualvolumen. Auch in der Gruppe der Porzellanarbeiter weisen immerhin 11 von 13 untersuchten Personen, d.h. 85 % ein erhöhtes Residualvolumen auf; bei Patienten, deren Atemgrenzwertkurve nicht die typischen Anzeichen eines Emphysems erkennen läßt, ist dagegen eine Erhöhung des Residualvolumens wesentlich seltener festzustellen.

Die Emphysematiker aller drei Berufsgruppen - beurteilt nach der Atemgrenzwertkurve - haben in der Mehrzahl der Fälle (85 % der Porzellanarbeiter, 94 % der Bergarbeiter und 100 % der Gesteinsarbeiter) eine Verminderung des Atemgrenzwertes gemeinsam. Aber auch die Silikose allein kann, wie unsere Untersuchungsergebnisse gezeigt haben, eine Einschränkung des Atemgrenzwertes bewirken; allerdings ist die **Anzahl** dieser Patienten wesentlich geringer,

da es erst in den fortgeschritteneren Stadien der Silikose zu einer Atemgrenzwertverminderung kommt, vorausgesetzt, daß keine Begleitkrankheit besteht.

Es läßt sich also sagen: Bei den Patienten mit emphysemtypischen Spirogrammformen ist in den meisten Fällen die Erhöhung des Residualvolumens mit einer Einschränkung des Atemgrenzwertes verbunden. Im Gegensatz dazu tritt in den Fällen, in denen die spirometrische Kurvenform keinen Anhalt für ein Emphysem bietet, eine Erhöhung des Residualvolumens wesentlich häufiger auf als eine Verminderung des Atemgrenzwertes. Daraus ergibt sich, daß die silikotischen Knötchen zwar zur Bildung eines perifokalen Emphysems und dementsprechend zu einer Erhöhung des Residualvolumens führen können, daß silikotische Veränderungen in der Lunge allein hingegen wesentlich seltener und meist erst in den Spätstadien die Entstehung eines obstruktiven Emphysems und damit eine Einschränkung des Atemgrenzwertes begünstigen.

Die O_2 -Sättigung bei Belastung ist bei den Patienten mit Hinweis für ein Emphysem wesentlich häufiger erniedrigt als bei den Nicht-emphysematikern. Bei den Emphysematikern, dies gilt vor allem für die Porzellan- und Gesteinsarbeiter, geht die Erniedrigung der O_2 -Sättigung der Erhöhung des Residualvolumens weitgehend parallel, während eine ähnlich enge Beziehung für die Fälle ohne emphysemtypische Atemgrenzwertveränderungen nicht besteht.

Nur kurz erwähnt sei, daß die Zahl der Fälle mit erhöhtem CO_2 -Gehalt in Ruhe bei den Patienten mit spiographisch nachweisbarem Emphysem sehr viel größer ist (20-40 %) als bei den Patienten ohne Kurvenveränderungen (3-15 %).

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die Untersuchungsbefunde von insgesamt 191 Silikotikern ausgewertet, die sich nach Art ihrer Tätigkeit auf die drei Gruppen Porzellanarbeiter (96 Patienten), Bergarbeiter (65 Patienten) und Gesteinsarbeiter (30 Patienten) verteilen. Die Trennung der drei Berufsgruppen erscheint berechtigt, da, wie sich zeigte, das Fortschreiten der silikotischen Veränderungen und die Änderung funktioneller Lungengrößen innerhalb der drei Gruppen zum Teil deutliche Unterschiede erkennen läßt. So kann sich beispielsweise bei den Gesteinsbauern, im Gegensatz zu den Porzellan- und Bergarbeitern, schon nach relativ kurzer Zeit eine massive Silikose entwickeln. Fortgeschrittenere Silikosen in den Röntgenstadien II und II-III, III scheinen außerdem bei Gesteins- und auch Porzellanarbeitern häufiger vorhanden zu sein als bei Bergarbeitern, wobei zu beachten ist, daß bei allen drei Berufsgruppen die altersmäßige Verteilung in Prozent der Gesamtzahl nahezu vollkommen übereinstimmt und sich prozentual gesehen auch keine wesentlichen Unterschiede in Bezug auf die Einwirkungsdauer nach Jahren ergeben.

Eine deutliche Beziehung besteht bei allen drei Gruppen zwischen der Dauer der Staubeinwirkung und der Verringerung des Atemgrenzwertes. Grundsätzlich läßt sich die Frage, ob eine bessere Beziehung zwischen der Änderung funktioneller Größen und der Einwirkungsdauer oder zwischen der Änderung funktioneller Größen und den Silikoseröntgenstadien besteht, nicht eindeutig klären. Es hat sich gezeigt, daß sich in dieser Hinsicht sowohl die einzelnen Funktionsgrößen als auch die einzelnen Berufsgruppen unterschiedlich verhalten.

Ein Vergleich von Silikotikern mit Zeichen eines obstruktiven Lungemphysems in der Atemgrenzwertkurve und Silikotikern ohne diese Veränderungen läßt erkennen, daß bei den Emphysematikern eine Erniedrigung der Vitalkapazität, des Atemgrenzwertes und der Sauerstoffsättigung, sowie eine Erhöhung des Residualvolumens wesentlich häufiger sind als bei Patienten ohne emphysemtypische Veränderungen der Atemgrenzwertkurve.

Wesentlich scheint dabei die Tatsache, daß die Silikose bereits frühzeitig zur Ausbildung eines perifokalen Emphysems und damit zu einer Erhöhung des Residualvolumens führen kann, während die Ausbildung eines obstruktiven Emphysems und die damit verbundene Verminderung des Atemgrenzwertes in der Regel erst in den späteren Stadien erfolgt, insofern sie nicht eine von der Silikose unabhängige Erkrankung darstellt.

		0-I	I, I-II	II	II-III, III
Vitalkapazität (in % des Sollwertes)	Porz. A.	107.4	106.5	99.7	91.0
	Berg A.	94.4	98.2	89.4	97.0
	Gest. A.	105.2	107.3	101.3	80.5
Atemgrenzwert (in % des Sollwertes)	Porz. A.	96.5	95.1	92.1	92.5
	Berg A.	83.4	88.0	99.2	77.7
	Gest. A.	102.0	92.8	86.2	54.3
Residualvolumen (in % der Gesamtkapaz.)	Porz. A.	30.9	36.2	40.9	40.2
	Berg A.	42.6	40.8	40.7	40.5
	Gest. A.	36.9	34.7	42.4	45.0
Ruheventilation (in % des Sollwertes)	Porz. A.	103	109	126	115
	Berg A.	116	123	131	124
	Gest. A.	200	121	138	136
O ₂ -Sättigung in Ruhe (in %)	Porz. A.	93.3	90.7	89.7	90.1
	Berg A.	90.9	90.9	90.4	89.3
	Gest. A.	91.4	92.9	89.6	87.9

Tab. 1. Mittelwerte einzelner Funktionsgrößen in den verschiedenen Röntgenstadien der Silikose, getrennt nach den drei Berufsgruppen: Porzellanarbeiter, Bergarbeiter und Gesteinsarbeiter.

Silicose-
Röntgen-
Stadien

IV, III

I

I, II

0-I

10 20 30 40 50 Einwirkdauer
nach Jahren

Abb. 1 Zeigt die Verteilung der unterschiedlichen Porzellanmarbeiter auf die Silicose-Röntgenstadien unter Berücksichtigung der Einwirkungs-dauer.

Stückzahl
Röntgen
Strahlung

III-III

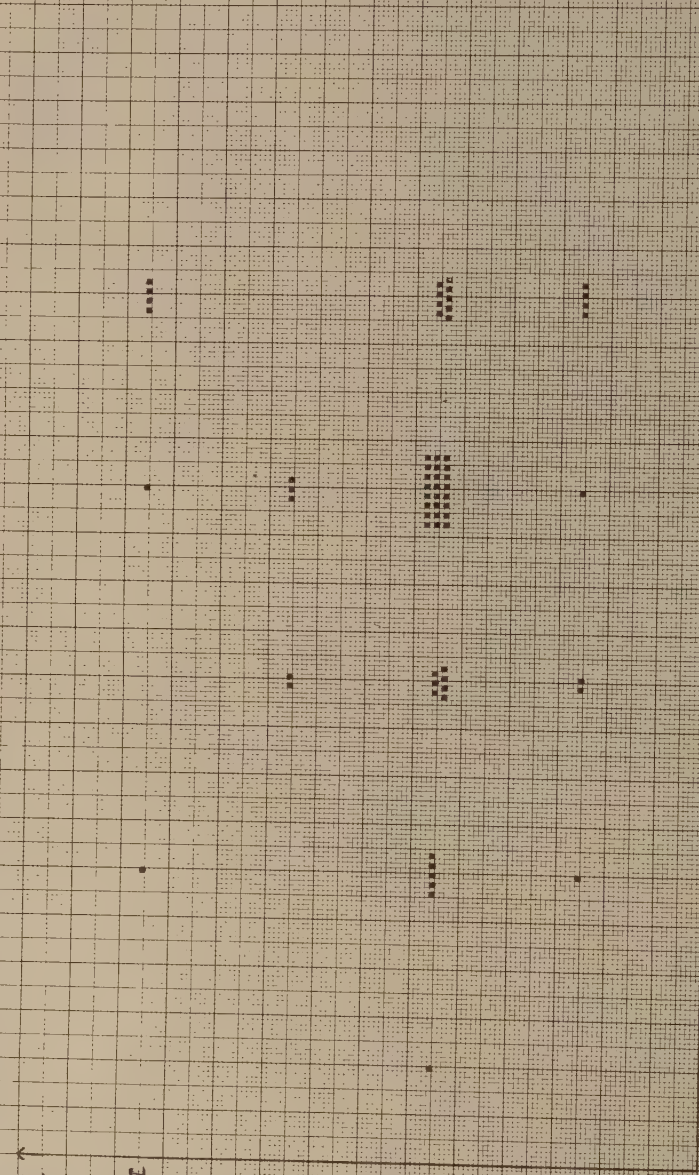
I

II-I-II

I-I

50 Stück Dauer
nach Jahren

Abb. 2. Korrelation zwischen Störkriterienstadium und Einwirkungsdauer bei Bergarbeitern analog Abb. 1.



Silikose +
Pneumo-
konien

IV, IV

II

I II-III

0-I

50 Wirk Dauer
nach Jahren

Abb. 3. Beziehung zwischen Silikoseentstehen und Einwirkungsdauer
bei Gesteinsarbeitern.

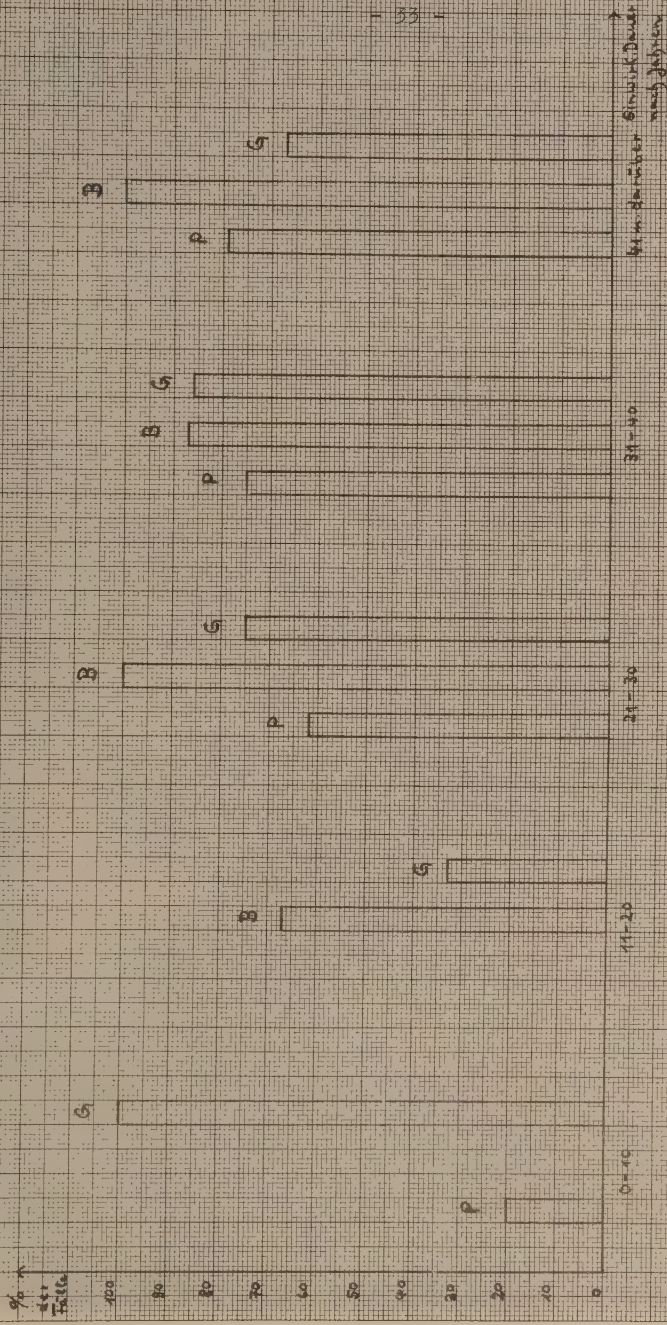


Abb. 4b. Die Erhöhung des Residualvolumens in Beziehung zur Einwirkungsdauer.
 Durch Unterteilung der Einwirkungsdauer in fünf gleiche Zeitabschnitte entstanden fünf Gruppen.
 Die Säulenhöhe gibt die Erhöhung des Residualvolumens in Prozent der jeweiligen Gruppe wieder,
 die Gesamtzahl der in einer Gruppe untersuchten Patienten = 100 %.
 Zeichenerklärung s. Abb. 4a.

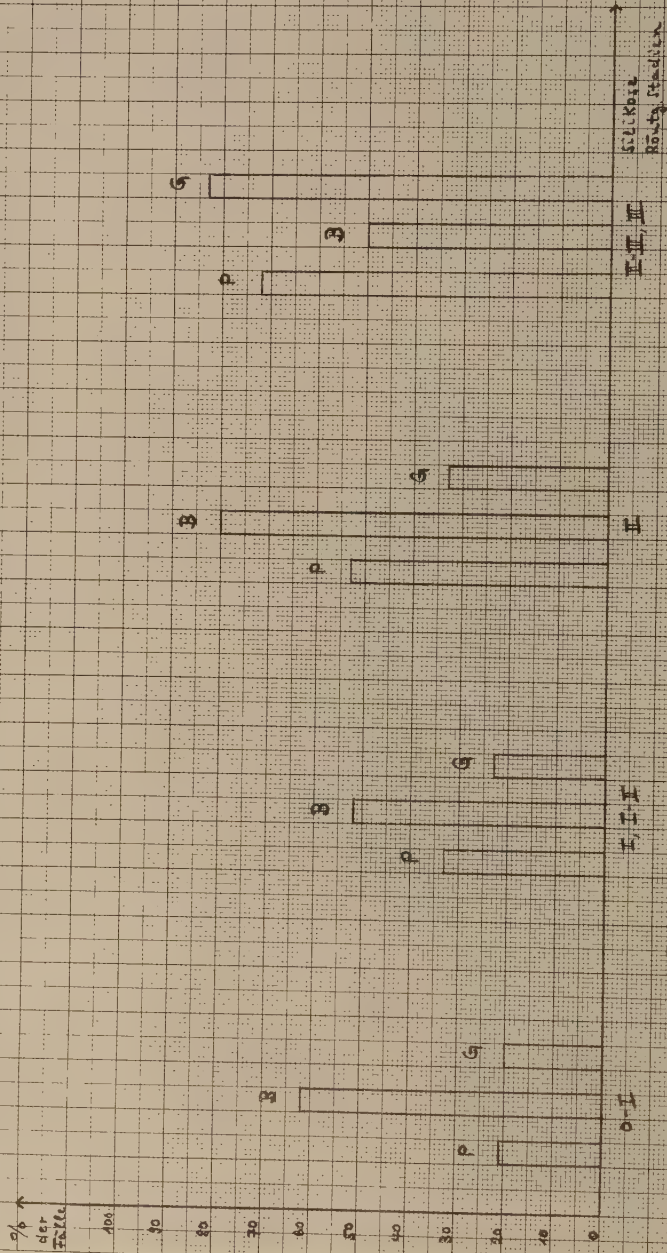


Abb. 5a. Die Erniedrigung der Vitalkapazität in Bezug zum Röntgenstadium der Silikose (unter Berücksichtigung aller Fälle, bei denen die Vitalkapazität bestimmt wurde). Gesamtzahl = 100%, vergleiche auch Abb. 4a.
Zeichenerklärung s. Abb. 4a.

Ab ↑
der
Telle

100
80
60
40
20
0

9

9

8

8

8

8

36

0-II

P

P

P

P

P

II, I-II

II

II, III, III

Stell. Kost
Rend. Kosten

Abb. 6a. Die Ermittlung des Atemgrenzwertes in Bezug zum Röntgenstadium der St. Kost
(es wurden nur Fälle bei optimaler Mitarbeit berücksichtigt).

Vergleiche auch Abb. 4a, Zeichenerklärung s. dort.

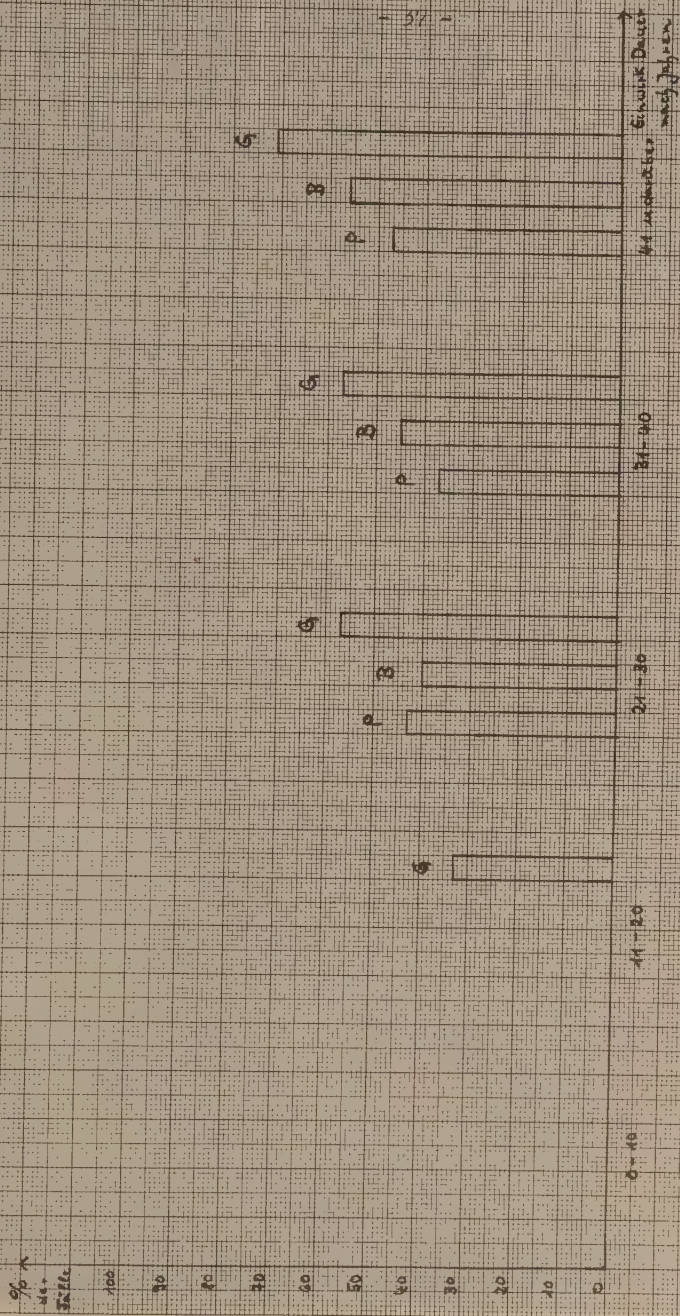


Abb. 6b. Die Erniedrigung des Altersgrenzwertes in Beziehung zur Einwirkungsdauer (es wurden nur die Fälle am optimalen Mitarbeiter berücksichtigt) Vergleiche Abb. 4b.
 Zeichenerklärung s. Abb. 4a.

% ↑
 100
 90
 80
 70
 60
 50
 40
 30
 20
 10
 0

Reihe

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

0-I

I, I-I

II

I, III, IV

Silikose
 Röntg. Zeichen

3

3

3

3

3

P

P

P

P

P

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

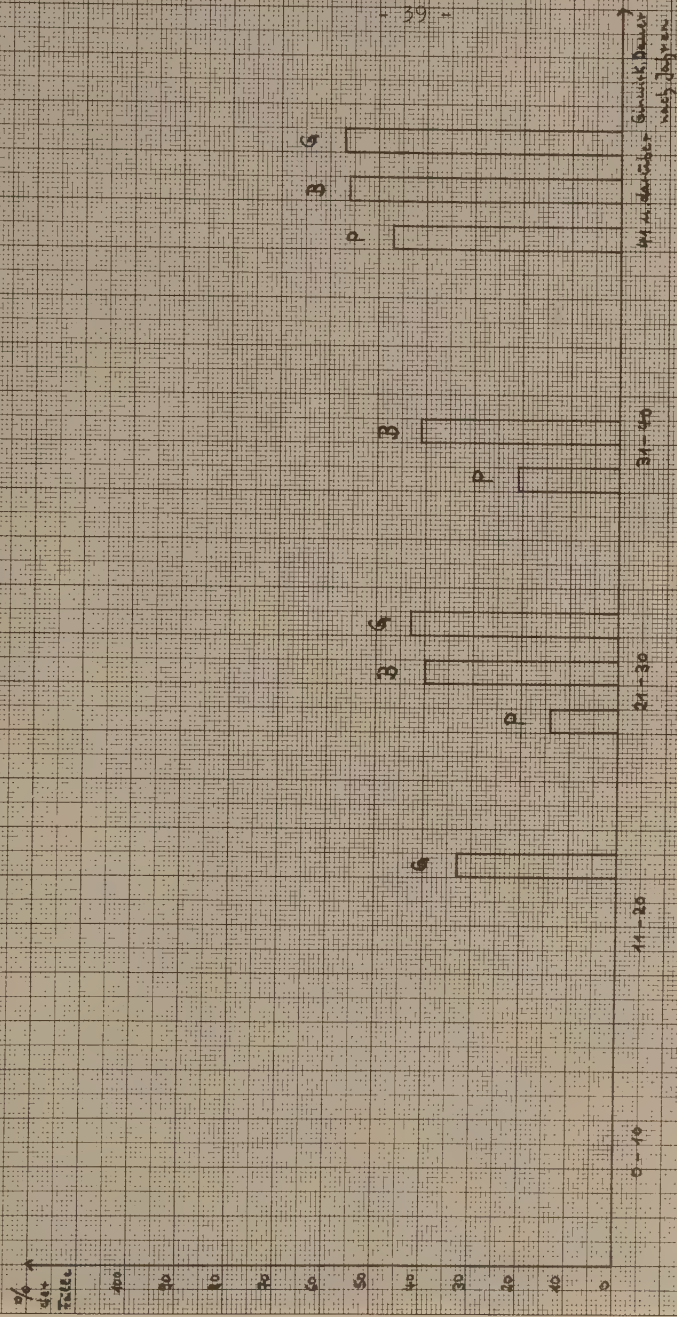


Abb. 36 Die Beziehung zwischen Entwicklungsdauer und Leistungsfähigkeit (ausgewertet auf Grund empyrischer Veränderungen der Altersgrenzen). Kurve der Patienten mit optimaler Mitarbeit, vergleiche Abb. 46.

Zeichenerklärung s. Abb. 4a.

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0/0 n

44+

74-44

200

10

0

%
der
Zellen

100

80

60

40

20

0

0-I

I, II

II, III

III, IV

Silikose
Röntg. Stadium

G

B

P

G

B

P

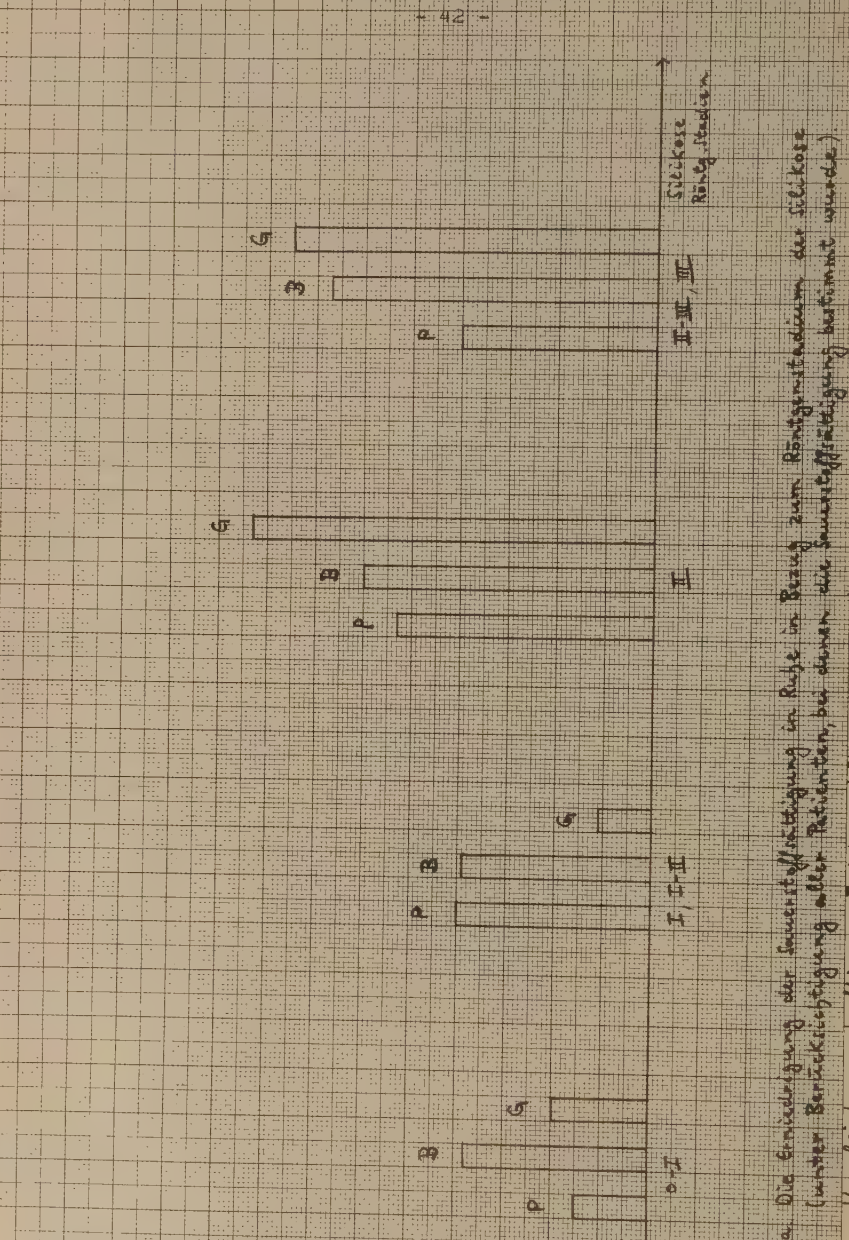


Abb. 9a Die Entwicklung der Sauerstoffkonzentration in Ruhe in Bezug zum Röntgenstadium der Silikose (unter Berücksichtigung aller Patienten, bei denen die Sauerstoffkonzentration bestimmt wurde).
Vergleiche auch Abb. 4a, Zeichenerklärung s. dort.

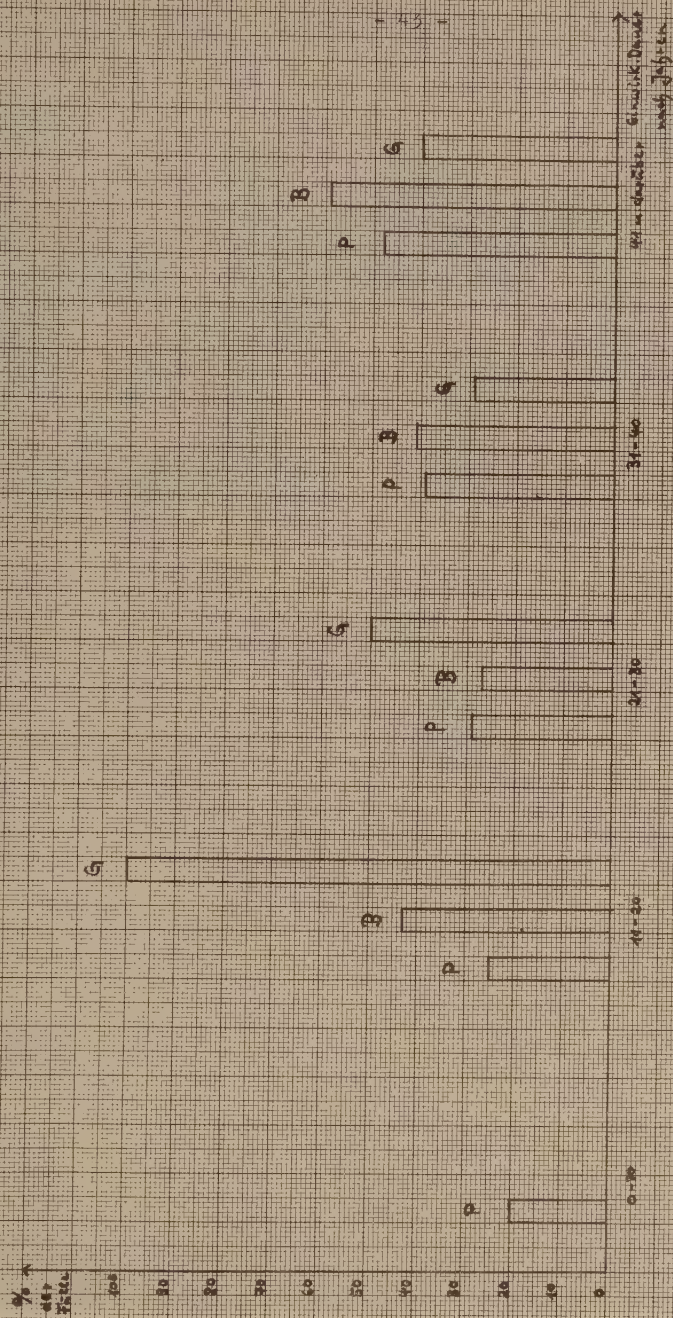


Abb. 3b. Die Einstellung der Sauerstoffaktivität in Ruhe in Beziehung zur Entwicklungsdauer (unter Berücksichtigung aller Fälle, bei denen die Sauerstoffaktivität bestimmt wurde).
Vergleiche Abb. 4b, Zeichenerklärung s. Abb. 4a.

Es ist mir eine angenehme Aufgabe, an dieser Stelle Herrn Professor Seitz und Herrn Professor Zöllner meinen Dank für die Überlassung des Themas auszusprechen. Herrn Doktor Meier danke ich besonders für die mir gewährte Hilfe und Unterstützung bei der Ausführung dieser Arbeit.

Lebenslauf

Am 23. November 1937 wurde ich in Groß-Tschernitz, Kreis Saaz, Tschechoslowakei, geboren. Meine Eltern, Oberregierungsveterinär Dr.med.vet. Franz Treml und seine Ehefrau Anny, geb. Frengl, leben jetzt in Hechingen / Hohenzollern.

In Groß-Tschernitz besuchte ich zunächst die deutsche Volksschule und nach dem Kriege die dortige tschechische Volksschule. Nach unserer Umsiedlung im Jahre 1946 ging ich in die Volksschule in Catharinau, Kreis Rudolstadt in Thüringen und trat später in die Oberschule in Rudolstadt ein. Im Jahre 1949 übersiedelten meine Eltern nach Westdeutschland, und ich besuchte das Wildermuth-Gymnasium in Tübingen, wo ich im März 1957 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1957/58 begann ich mein Studium an der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen und bestand dort im Herbst 1958 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung für Mediziner. Im Wintersemester 1958/59 studierte ich an der Freien Universität in Berlin und anschließend wieder in Tübingen, wo ich im März 1960 die Ärztliche Vorprüfung ablegte. Das klinische Studium setzte ich zunächst in Tübingen fort, studierte dann im Winter 1960/61 ein Semester lang an der Universität in Wien und seit dem Sommersemester 1961 an der Universität in München. Im Dezember 1963 beendete ich die Ärztliche Prüfung in München.

